



ENVIRONMENTAL & SOCIAL RESPONSIBILITY (/ADVOCATE/CATEGORY/ENVIRONMENTAL-SOCIAL-RESPONSIBILITY).

# La promesa de Sistemas de Raceways en Estanques, parte 1

Monday, 10 April 2017

By Fernando Kubitzka, Ph.D. , Jesse A. Chappell, Ph.D. , Terrill R. Hanson, Ph.D. and Esau Arana

## Proyecto de cuatro años en Alabama mejora el Diseño y la eficiencia operacional

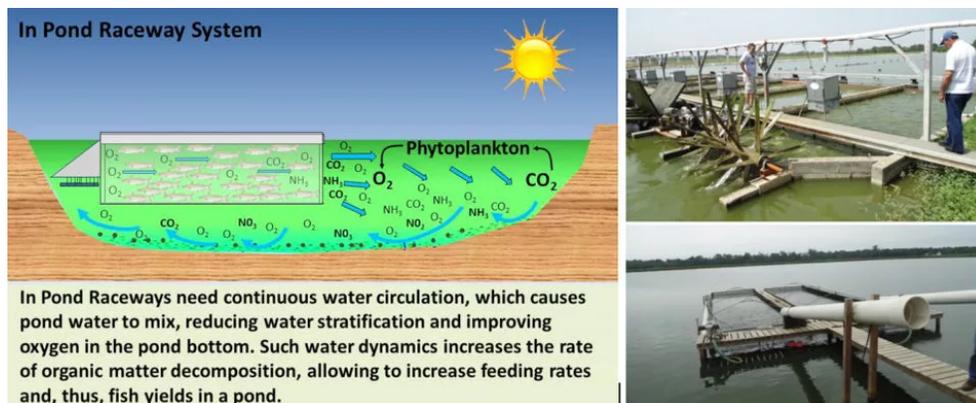


Fig. 1: Representación ilustrativa de un IPRS e imágenes de unidades IPRS fijas y flotantes instaladas en granjas comerciales de bagre en Alabama.

A medida que la población mundial y la demanda por productos del mar siguen aumentando, la intensificación de la acuicultura es inevitable, mientras los recursos pesqueros, la tierra y el agua dulce se vuelven más limitados en muchas regiones. El aumento del comercio mundial de productos acuícolas también requiere enfoques de producción más competitivos y eficientes por parte de los productores y procesadores para entregar productos de alta calidad para satisfacer la demanda mundial.

La acuicultura en estanques de agua dulce, en particular, se verá más desafiada a intensificar la producción, mientras que utiliza menos agua y reduce los efluentes, ya que las agencias gubernamentales siguen imponiendo más regulación sobre la captación de agua y la descarga de efluentes. Además, la conciencia de los consumidores sobre el origen, la seguridad

y la sostenibilidad de los alimentos continúa aumentando y ha llevado a los mayoristas y minoristas a imponer una cascada de demandas de certificación de productos acuícolas que los productores y procesadores deben cumplir.

Las empresas acuícolas deben avanzar hacia estrategias de producción más intensas y sostenibles, y requerir un uso más eficiente del agua, los alimentos, la mano de obra, la energía y otros recursos para mantener productos de alta calidad a precios competitivos en comparación con otros pescados, mariscos y carnes animales disponibles para los consumidores.

Los acuicultores están siempre buscando maneras de aumentar los rendimientos de pescado, ya que a menudo asocian la productividad con el aumento de la competitividad empresarial y los beneficios. Sin embargo, la producción acuícola en estanques está limitada por la cantidad de residuos (principalmente fitoplancton en descomposición, y residuos metabólicos y fecales de peces) que la biota de un estanque puede asimilar mientras mantiene una calidad satisfactoria del agua para el crecimiento y la salud de los peces.

El oxígeno disuelto es típicamente el primer factor limitante para el rendimiento de peces en estanques. El oxígeno disuelto temprano por la mañana en el agua del estanque tiene una relación inversa a la tasa de alimentación, la abundancia de fitoplancton y la biomasa de peces. La aireación del estanque proporciona oxígeno adicional, mejora la circulación del agua, reduce la estratificación del agua y acelera la descomposición de los desechos. La aeración suplementaria, por lo tanto, es una herramienta mundial que los productores usan para mejorar la calidad del agua, al tiempo que aumentan la tasa de alimentación y la producción de peces de los estanques.

Sin embargo, en estanques sin intercambio de agua, a pesar de toda la aireación que puede suministrarse, el envenenamiento por amoníaco se considera generalmente el segundo factor limitante de la producción. La concentración total de amoníaco aumenta proporcionalmente a la cantidad de desechos orgánicos que entran en los estanques. Por lo tanto, la tasa de alimentación y decaimiento del fitoplancton muerto tiene una relación directa con los niveles totales de amoníaco en el agua del estanque.

Con más aireación, los productores pueden sembrar más peces y agregar más alimento a un estanque, apuntando a mayores rendimientos de los peces. Sin embargo, esto puede conducir a un exceso de desechos orgánicos y nutrientes, lo que favorece el crecimiento de densos florecimientos de fitoplancton en los estanques. La fotosíntesis intensa de las microalgas puede hacer que el pH del agua del estanque alcance valores por encima de 9,0 al mediodía y por la tarde, lo que aumenta el riesgo de toxicidad del amoníaco en los estanques fuertemente alimentados.

Por esta razón, además de la aireación, los productores deben establecer límites máximos para las tasas de alimentación, monitorear el amoníaco de la tarde y los niveles de pH, y aplicar estrategias para prevenir el fitoplancton excesivo. Dado que el intercambio de agua se está volviendo más restringido en la acuicultura de estanques de agua dulce, se necesitan estrategias actualizadas de manejo y producción de estanques, además de sólo aumentar la aireación, para mejorar la calidad del agua para aumentar aún más el rendimiento de los peces en estanques fuertemente alimentados.

### **Sistema de Raceways en Estanques (IPRS)**

El Sistema de Raceways en Estanques (IPRS) es una estrategia prometedora para aumentar aún más el rendimiento de peces en estanques estáticos. En lugar de los peces crecer libremente en el estanque, en el IPRS los peces se confinan a altas densidades en raceways flotantes o fijos (Figuras 1 y 2). Se proporcionan continuamente circulación de agua y aireación a cada raceway, manteniendo niveles de oxígeno adecuados y seguros en las celdas de engorde, independientemente del estado del oxígeno en el estanque.

Los raceways raramente exceden el 3 por ciento de la superficie total del estanque. El IPRS fue concebido y desarrollado por primera vez en la Escuela de Pesquerías, Acuicultura y Ciencias Acuáticas de la Universidad de Auburn (SFAAS-AU) a principios de los años noventa. Inicialmente, las unidades eran pequeñas y construidas con paneles de madera. Desde entonces, los investigadores de SFAAS-AU han llevado a cabo varias evaluaciones a escala experimental y comercial para comprender el potencial, las ventajas y las limitaciones del cultivo de bagre en IPRS en comparación con estanques de bagre convencionales o altamente aireados. Estas evaluaciones también contribuyeron a mejorar el diseño, la construcción y el funcionamiento del IPRS, culminando con los raceways flotantes de tamaño semi-comercial fabricados con un marco metálico forrado con polietileno de alta densidad (HDPE) y un dispositivo de elevación de aire más eficiente para airear y circular el agua a través de los raceways y el estanque.

### **Resultados de la evaluación de IPRS de escala semi-comercial en la Universidad de Auburn**

Un proyecto de cuatro años está en marcha en la Universidad de Auburn para perfeccionar los protocolos de gestión de IPRS, mejorar el diseño y la eficiencia operativa, y evaluar la viabilidad económica de IPRS de escala semi-comercial para producir bagres. El objetivo del primer año fue demostrar que un bagre de tamaño comercial (peso promedio de al menos 680 g y peso mínimo de 450 g) podría producirse en un período de crecimiento de 8 a 10 meses, con un rendimiento dos veces el rendimiento promedio de 7.800 kg/ha alcanzado en estanques de bagre convencionales en Alabama.

Cuatro estanques de tierra de 0,4 ha estaban equipados cada uno con un IPRS (Figura 2). Las unidades IPRS en B1 y B2 fueron de 63,6 m<sup>3</sup> de volumen (4,9 m de ancho, 10,7 m de largo y 1,2 m de profundidad de agua), mientras que en B3 y B4 se utilizaron unidades más pequeñas de 45,3 m<sup>3</sup> (3,1 m de ancho, 12,2 m de largo y 1,2 m de profundidad del agua). Cada estanque de IPRS fue suplido con 2,5 HP de aireación y circulación de agua efectuada por dos sopladores de aire regenerativos.

Un soplador de 1,5 HP propulsó el aparato de elevación de aire a la entrada del raceway IPRS, mientras que otro soplador de 1,0 HP propulsó el aparato elevador de aire de la unidad de movimiento de agua instalada en una esquina del estanque diagonalmente opuesta a la unidad IPRS. Se instaló una cortina deflectora de 55 m de largo y 1,5 m de altura, hecha de fibra de plástico tejida, en diagonal dentro de cada estanque para dirigir la circulación del agua alrededor de todo el estanque.

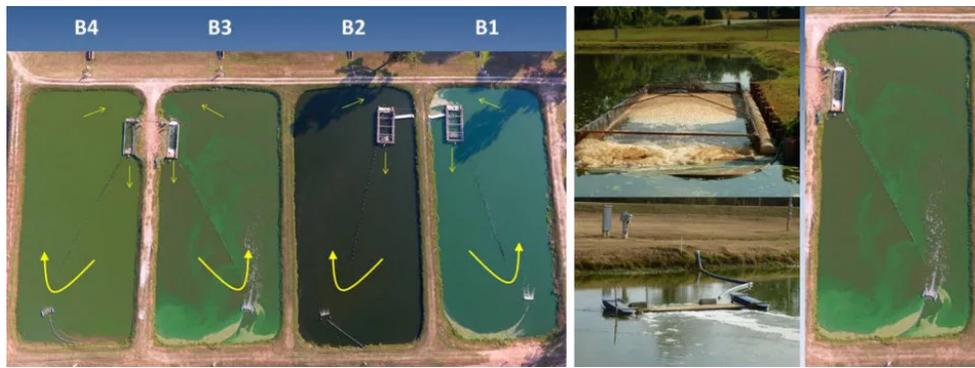


Fig. 2: Vista aérea de los cuatro estanques B que alojaron las unidades IPRS. Los raceways de los estanques B1 y B2 (63,6 m<sup>3</sup>) eran más grandes y ocuparon el 1,3 por ciento del área total del estanque, mientras que en los estanques B3 y B4 los raceways eran de 45,4 m<sup>3</sup> cada uno y cubrían el 0,9 por ciento del área del estanque. En cada estanque se ensambló un deflector de cortina que se extendía diagonalmente desde una de las esquinas finales de cada canal hacia la esquina opuesta del estanque, donde se localizó otro dispositivo de movimiento de agua, para promover una circulación de agua más efectiva en los estanques, indicada por las flechas amarillas en la foto (foto original de David Cline). En las imágenes de la derecha se muestra una vista detallada del raceway flotante y del dispositivo de movimiento de agua en el estanque B3.

Los raceways se sembraron el 22 de marzo de 2016 con alevinos de bagre híbrido de 41 g (hembra de bagre de canal *Ictalurus punctatus* x macho de bagre azul *I. furcatus*). Los peces fueron alimentados con pellets flotantes comerciales (4 a 6 mm) de 32 por ciento de proteína cruda una o dos veces al día, dependiendo de la temperatura del agua. Cada evento de alimentación duró de 3 a 5 minutos, hasta la casi saciedad momentánea de los peces.

El oxígeno disuelto, la temperatura y otros parámetros del agua de los estanques fueron monitoreados regularmente. El bagre alcanzó el tamaño de mercado a principios de diciembre de 2016. Los raceways fueron cosechados después de casi 270 días de cultivo (Figura 3), y los peces fueron vendidos a un procesador de bagres de Alabama. Un resumen de los resultados de la producción se presenta en la Tabla 1.



Fig. 3: La cosecha de los peces del IPRS se realizó acomodando un carro vivo al final del raceway, removiendo la pantalla de malla al final del raceway y empujando un clasificador de barras dentro del raceway para acorrallar los peces en el tanque de transporte. El carro con todos los peces fue entonces halado al borde del estanque. Con una grúa y una cesta, los peces se cargaron en los tanques de transporte y se transportaron vivos a la planta de procesamiento.

### Producción, tasa de alimentación y calidad de agua

El rendimiento del bagre varió de 13.660 a 16.500 kg/ha y excedió el valor objetivo de 15.600 kg/ha en los estanques B1 y B2. Las tasas de alimentación promedio oscilaron entre 70 y 90 kg/ha/día. Se alcanzaron tasas máximas de alimentación de 300 a 350 kg/ha/día en todos los estanques a principios del otoño (finales de septiembre, en EE.UU.), cuando los peces ya pesaban más de 550 g. Las concentraciones de oxígeno disuelto fueron a menudo bajas a las primeras horas de la mañana durante los meses de verano en todos los estanques.

Sin embargo, dentro de los raceways el oxígeno rara vez estuvo por debajo de 3 mg/L. Oxígeno disuelto cercano a 2 mg/L dentro de los raceways se registró algunos días, cuando el oxígeno disuelto en el agua del estanque abierto declinó a valores alrededor de 1 mg/L, como se puede ver en la Figura 4 para el estanque B3, el cual tuvo los niveles más bajos de oxígeno.

Otros parámetros de calidad de agua se resumen en la Tabla 1. Los niveles máximos de nitrógeno amoniacal total (TAN) fueron de 1,8 mg/L en el estanque B4 y tan altos como 8,0 mg/L en el estanque B2. Los peces fueron expuestos a la mayor concentración de amoníaco no-ionizado ( $\text{N-NH}_3 = 1,66$  mg/L) en el estanque B1, ya que el pH del agua en la tarde en ese estanque alcanzó valores alrededor de 9,0 y 9,5 debido a la presencia de fitoplancton denso.

En el estanque B2, a pesar de los altos niveles totales de amoníaco, los niveles tóxicos de amoníaco no fueron una preocupación en absoluto, ya que las floraciones de fitoplancton no se establecieron en ese estanque para causar un aumento del pH (el pH de la tarde varió de 7,0 a 8,0 en el estanque B1). La concentración de nitrito en todos los estanques se mantuvo bien por debajo de la  $\text{LC}_{50-96\text{h}}$  de 7 mg/L determinados para el bagre de canal.

No obstante, el protocolo de preparación del estanque incluyó la aplicación de sal (NaCl) para prevenir la toxicidad del nitrito a los peces. Los niveles de cloruro en el agua del estanque variaban de 100 a 140 ppm para todos los estanques, excepto para el agua en B1, que tenía 300 ppm de cloruro.

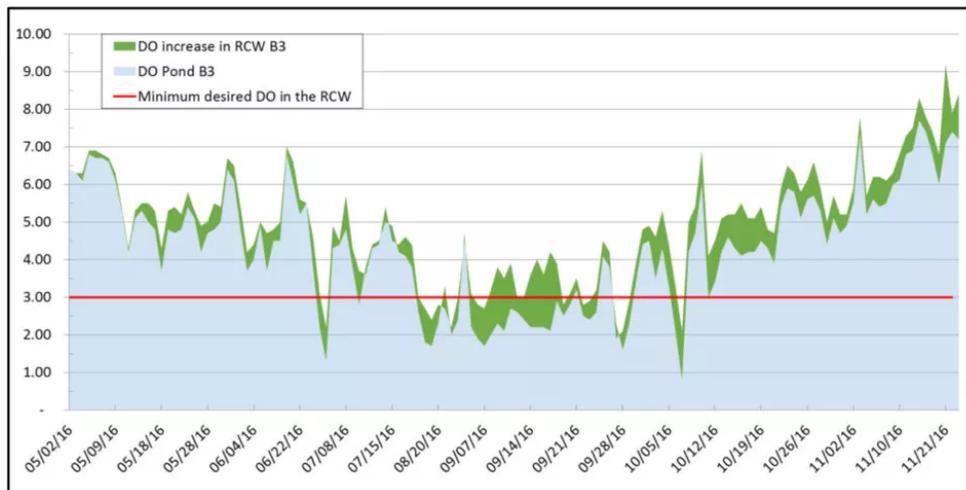


Fig. 4: Ilustración de la concentración de oxígeno disuelto temprano en la mañana en el estanque (área azul) y dentro del raceway (zona verde) en el estanque B3. El área verde por encima del área azul indica la cantidad de oxígeno que el dispositivo de aireación agregó al agua a la entrada del raceway, manteniendo los niveles de oxígeno disuelto en el interior del raceway a menudo por encima de 3 mg/L (nivel mínimo deseado) y rara vez por debajo de 2 mg/L, incluso cuando el OD del estanque se acercaba a valores cercanos a 1 mg/L.

## Authors



### FERNANDO KUBITZA, PH.D.

Invited Researcher (corresponding author)  
 Auburn University  
 School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
 Auburn AL 36849-5419 USA



**JESSE A. CHAPPELL, PH.D.**

Associate Professor / Extension Specialist  
Auburn University  
School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn AL 36849-5419 USA



**TERRILL R. HANSON, PH.D.**

Professor / Extension Specialist  
Auburn University  
School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn AL 36849-5419 USA



**ESAU ARANA**  
Research Associate IV  
Auburn University  
School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn AL 36849-5419 USA

Copyright © 2016–2018  
Global Aquaculture Alliance